

PRACTICA DE CONTROL REALIMENTADO CON PLC UNITRONICS

PLANTA DE NIVEL Y FLUJO AMATROL – LABORATORIO DE CONTROL

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Estudiante 1 Cristian Alexis González Gutierrez

Fecha 27/10/2024

Estudiante 2 Angie Vanessa Lopez Dulce

Estudiante 3 Oscar Santiago Erazo Guampe

Objetivo:

Aplicar un método de sintonización de controladores PID al lazo de control de nivel y al de flujo, haciendo uso del modelo de la dinámica del sistema.

Es necesario tener los modelos de los lazos tanto de nivel como de flujo puesto que en esta práctica se realizará un control en cascada y tener en cuenta el tanque utilizado en la guía de identificación.

Procedimiento:

Para iniciar se debe realizar las conexiones de la figura 1 con la planta apagada para luego probar la sintonización del PID, revisar las actividades de este documento para llevar un orden correcto. Una vez comprendido realizar lo siguiente:

1. Implemente en Simulink un lazo de control haciendo uso de los modelos de la planta que obtuvo en la práctica de identificación, aplique un método de sintonización y obtenga los parámetros del controlador, registre en la tabla 1 los datos con sus unidades obtenidas, además anexe el diagrama y la curva de seguimiento de consigna.

Lazo	Kp (unidades)	Ki (unidades)	Kd (unidades)	Estructura	Método de sintonía
Nivel	2.7057	0.0058	186.6395	ideal	Síntesis de Dahlin
Flujo	14.5665	19	4.4938	ideal	Método Amigo

Tabla 1. Constantes de PID calculadas.

2. Revise la información del controlador Unitronics la estructura del PID para adaptar los parámetros de acuerdo a esos requerimientos. Reacondicione los datos de la tabla 1 de la forma adecuada para ser ingresados al controlador y ubíquelos en la tabla 2. Recuerde tener claro el procedimiento para el ingreso de los datos al equipo.

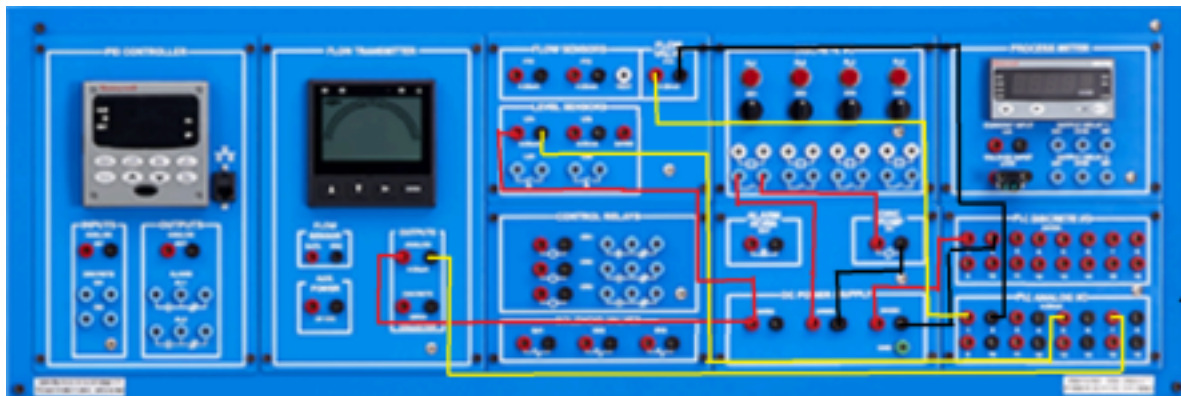
Constantes	Lazo de nivel	Lazo de flujo
Kp	3	15

$K_i = K_p / T_i$	0	19
$K_d = K_p * T_d$	187	5
T_i	462.9700	0.7667
T_d	68.9800	0.3085
$1/T_i$	0.002159	1.304291
$BP = 1/K_p$ (%)	33	6.6

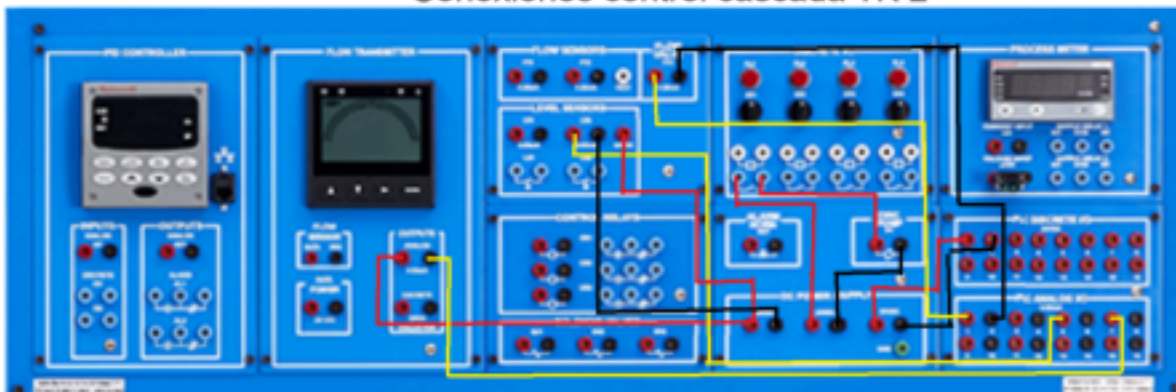
Tabla 2. Constantes de PID reacondicionadas.

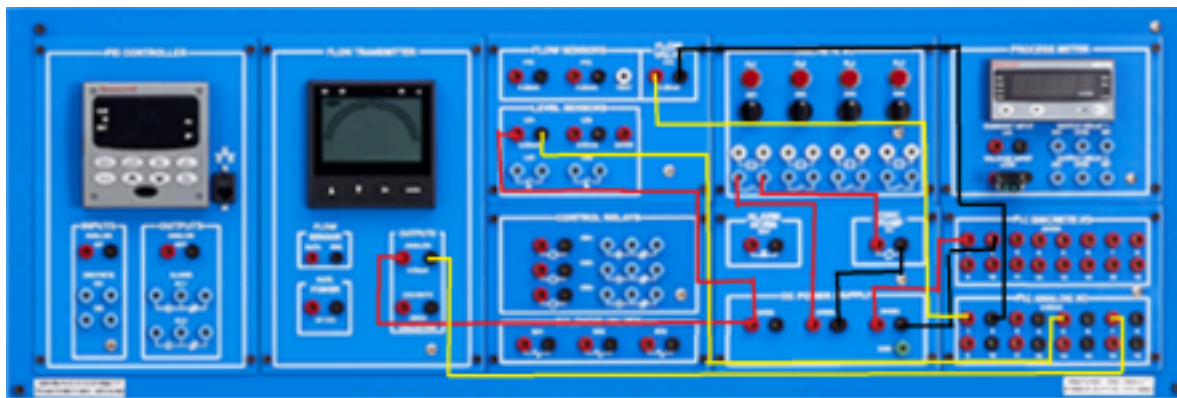
2

- Con la planta apagada realice el cableado que se muestra en la figura 1 o de la figura 2 según lo realizado en la guía de identificación, puede buscar más información en la documentación del PLC. Revise el correcto cableado.



Conexiones control cascada TK 1
Conexiones control cascada TK 2





Conexiones control cascada TK 1
Conexiones control cascada TK 2

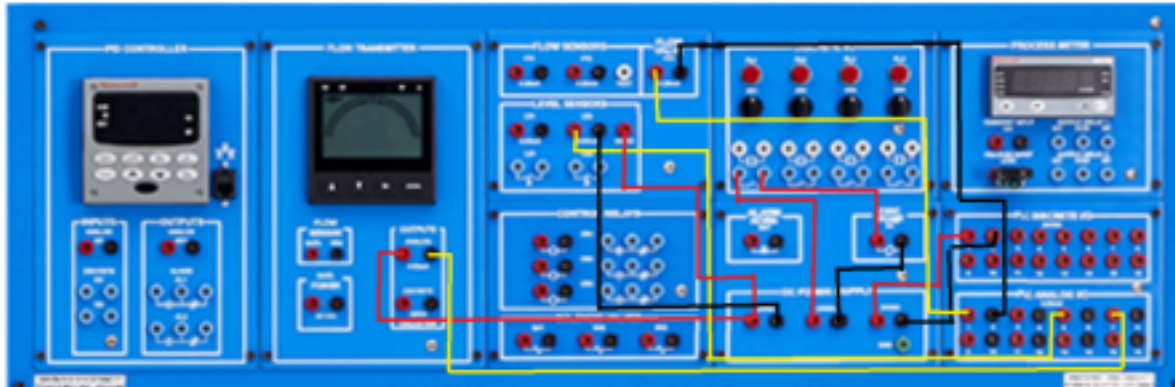


Figura 1. Conexiones de la planta para control en TK1. Figura 2. Conexiones de la planta para control en TK2.

Las conexiones en rojo indican alimentación o V +.

Las conexiones en negro indican GND o V-.

Y las conexiones amarillas son señales de 4 – 20mA.

Recuerde que puede recurrir a la documentación de conexiones en caso de tener inconvenientes.

4. Configura las válvulas de la planta de forma que esté en las mismas condiciones de la práctica de identificación (importante), para ello fijar la salida del controlador de tal modo que permita el 100% del flujo (éste debe estar en manual) y ajustar la válvula manual de salida del TK1 para que el nivel se establezca en 22 cm aproximadamente, esto con la válvula manual de salida del tanque 2 cerrada.
5. Ingresar los parámetros requeridos de la tabla 2 al controlador, cerrar el lazo pasándolo a automático y fijar el set-point en 15cm. Esperar a que se estabilice.
El HMI sólo permite enviar set-point de tipo porcentual. La ecuación que relaciona el nivel del tanque con el porcentaje es:

$$SetPoint(\%) = \frac{100}{25,5} * nivel(cm)$$

6. Hacer un cambio en la referencia, pase el set point de 15 a 20cm y registre los datos de tiempo, nivel y flujo en la tabla 3. Para facilitar utilice el **DataLog** o grabe un vídeo para

obtener los datos respectivos. Tenga en cuenta que sólo si no funciona el PID obtenido puede realizar ajustes en las constantes hasta obtener control de la planta y registre en otra tabla los nuevos datos.

TIEMPO (S)	NIVEL TK1(%)	FLUJO(%)	SP
0	57	86	59
1	58	64	78
2	57	53	78
3	57	78	78
4	58	86	78
5	58	86	78
6	58	88	78
7	58	90	78
8	58	91	78
9	58	92	78
10	59	92	78
20	60	92	78
30	61	92	78
40	63	92	78
50	64	92	78
60	65	92	78
70	67	92	78
80	68	91	78
90	70	93	78
100	71	92	78
120	73	92	78
140	76	91	78
160	76	84	78
180	76	78	78
200	75	76	78
220	75	44	78
240	76	74	78
260	76	79	78
280	76	82	78

300	76	53	78
350	75	55	78
400	75	69	78
450	76	75	78
500	76	80	78
550	75	83	78
600	76	52	78
650	76	48	78
700	76	69	78
750	75	74	78
800	75	79	78
850	75	82	78
900	75	57	78
950	75	44	78
1000	76	69	78
1100	76	77	78
1200	76	81	78
1300	75	83	78
1400	76	52	78
1500	75	44	78
1600	76	67	78
1700	75	76	78
1800	76	79	78
1900	75	60	78
2000	76	44	78
2200	76	74	78
2400	76	79	78
2600	76	82	78
2800	75	53	78
3000	75	55	78
3200	75	69	78
3400	76	75	78
3600	75	80	78

3800	76	83	78
4000	76	70	78

Tabla 3. Datos de la prueba.

7. Implemente en Matlab y Simulink el modelo de control en cascada con los modelos obtenidos y posteriormente en una gráfica superponer los resultados de la tabla 3 con los dados por el simulador con el modelo de la planta haciendo el mismo cambio de consigna, hacerlo para el nivel y para el flujo, anexar cada gráfica con su respectiva explicación analizando las diferencias.

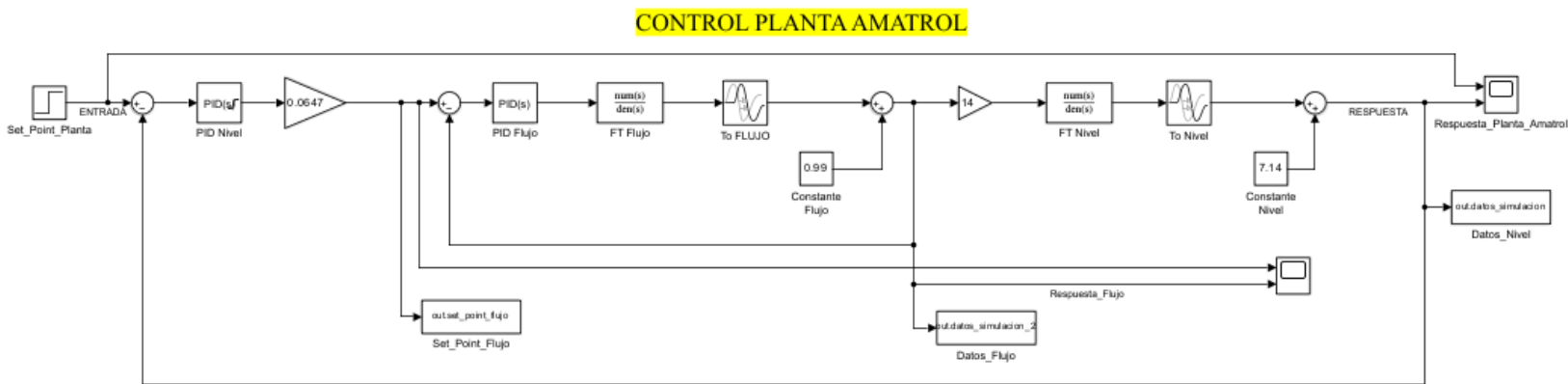


Figura 1. Modelo Simulink en Cascada De La Planta Amatrol

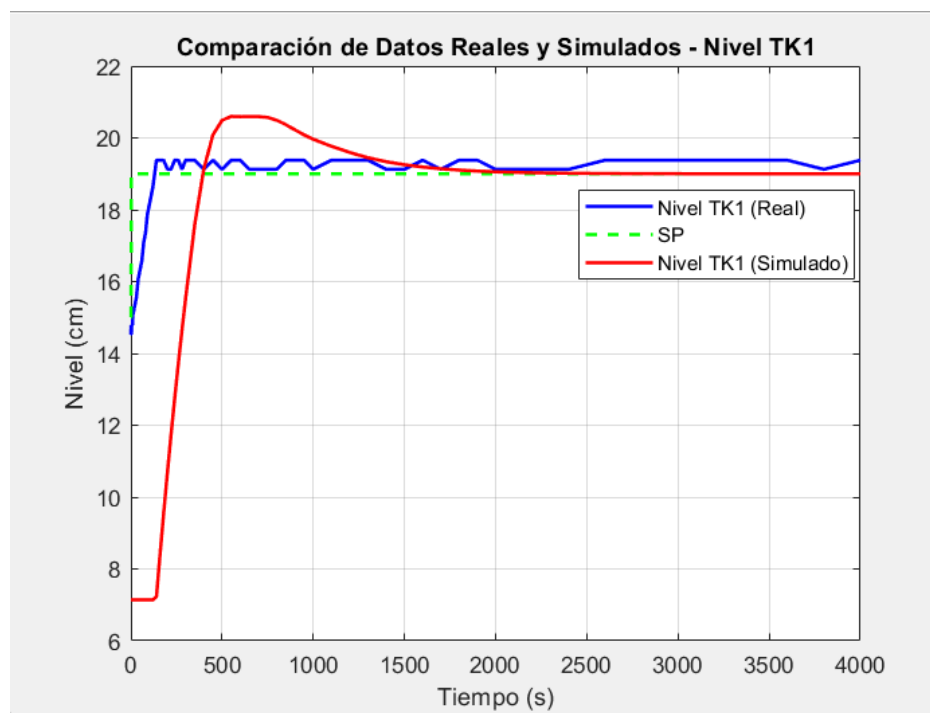


Figura 2. Comparación modelo con respuesta real de nivel

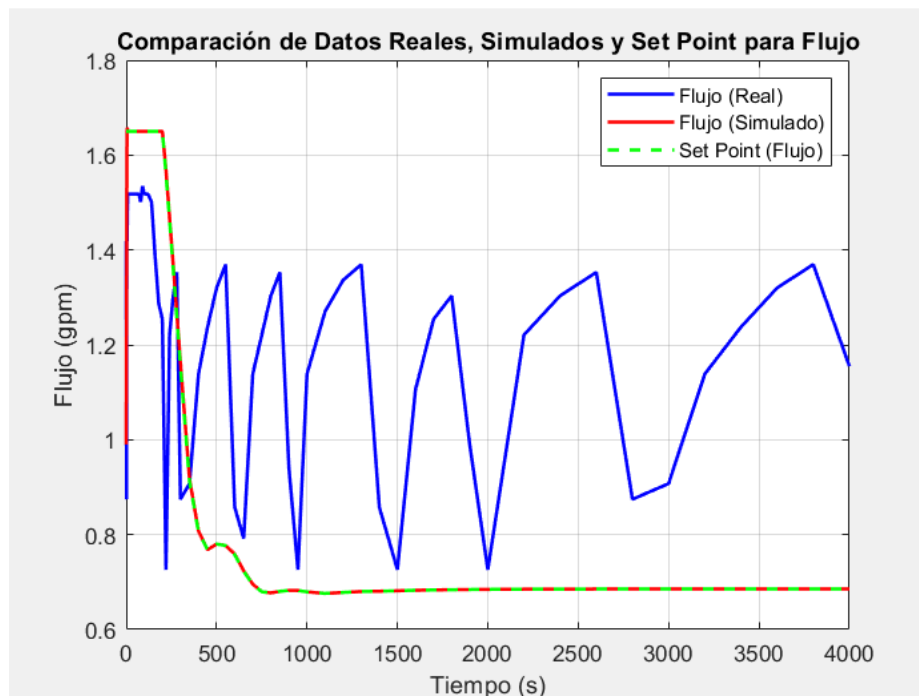


Figura 3. Comparación modelo con respuesta real de Flujo

El cambio de consigna que se realizó fue el cambio de 14 cm a 19 cm lo que debía generar una curva ascendente en el nivel y empezar a controlar el flujo llegando a un punto de estado estacionario respectivo para cada gráfica esto depende de la respuesta en sí de cada lazo, por parte del lazo de nivel vemos que la respuesta para llegar al set point es un poco más lento, demorando en estabilizar aproximadamente 1500 segundos que eso es algo equivalente a unos 16 minutos, eso por parte de la simulación sin embargo en la planta real al realizar este cambio de consigna no se demoró mucho en estabilizar en llegar al set point tardó mas o menos 6 minutos aunque la respuesta no se quedaba fija había fluctuaciones, pero se considera que desde ahí se cumplió el requisito.

Para el lazo de flujo se evidencia claramente que existe mucho ruido en el momento de la toma de los datos, sin embargo esto no impidió que se pudiera realizar el control del lazo externo, vemos que en la simulación se llegó al set point rápidamente menos de 10 segundos demoró en responder el lazo y vemos que va fluctuando debido a que como es el lazo interno el set point se lo estaba dando el controlador del lazo externo, aún así vemos que ante esos cambios respondió muy bien en la simulación llegando a cumplir bien su trabajo de control.

Las diferencias se basan ya que se basó en un modelo de 5 que se sacaron y se utiliza cierto tipo de controladores que también hacen variar la respuesta como tal de la planta, sin embargo el objetivo general de control si se pudo lograr tanto en simulación como en la planta física.

8. Establezca el punto de consigna en 10 cm y espere la estabilización del nivel. Aplique tres perturbaciones individuales a la planta, registrando datos de nivel, flujo y tiempo para cada una. Utilice **DataLog** o un celular para el registro y grafique en Matlab el efecto de cada perturbación en el nivel y el flujo, junto con **explicaciones detalladas**. Asegúrese de aplicar las perturbaciones de forma independiente y esperar la estabilización del nivel antes de continuar. (Puede diseñar una tabla para registro de datos de cada disturbio similar a la tabla 3).

TIEMPO (S)	DISTURBIO 1		DISTURBIO 2		DISTURBIO 3	
	NIVEL 1	FLUJO 1	NIVEL 2	FLUJO 2	NIVEL 3	FLUJO 3
1	37	43	37	35	37	36
2	37	9	37	64	37	65
3	36	58	37	71	37	84
4	36	75	37	76	37	74
5	37	83	37	60	37	37
6	37	87	37	24	37	73
7	37	50	36	21	37	83
8	36	22	36	55	37	73
9	37	66	36	66	37	38
10	37	73	37	70	37	63
20	36	68	37	72	37	88
30	37	48	37	68	37	64
40	36	66	37	66	37	65
50	37	76	37	19	37	64
60	37	84	37	69	37	65
70	37	35	37	36	37	55
80	37	62	37	19	37	64
90	36	12	37	66	38	53
100	36	21	37	65	37	64
120	36	81	36	43	38	64
140	37	15	37	88	38	48
160	36	27	37	32	36	60
180	36	45	37	83	36	69

Tabla 4. Datos de la prueba con disturbios.

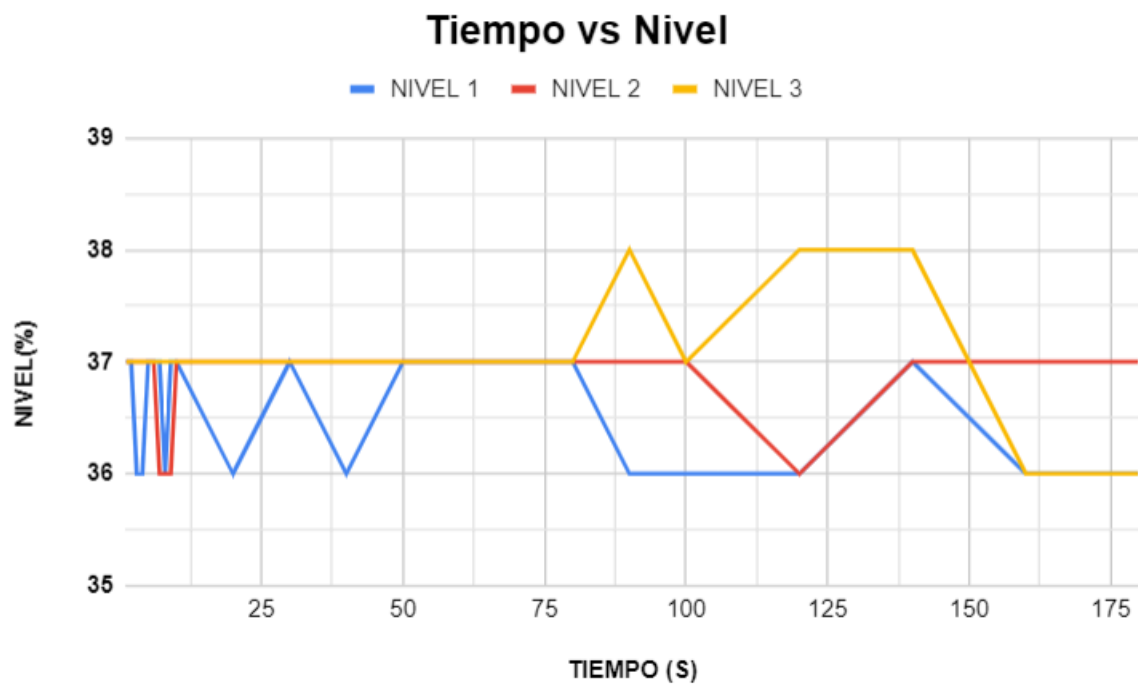


Figura 3. Respuesta ante disturbios en el nivel

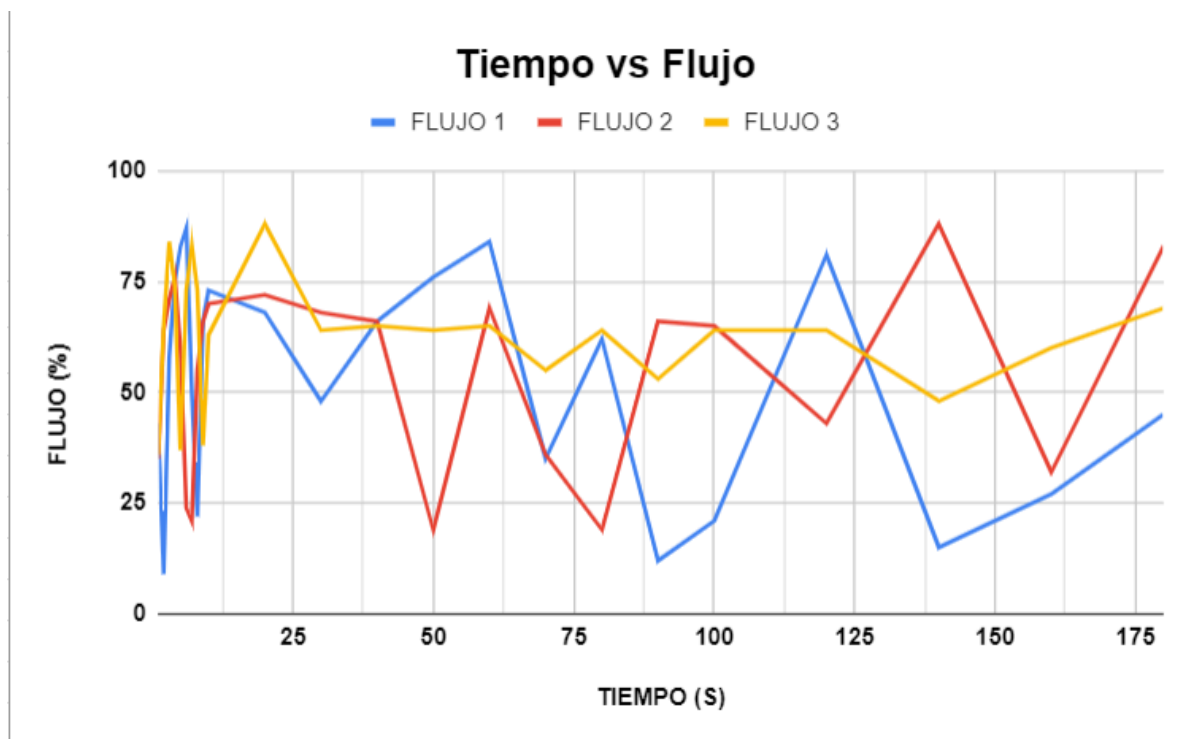


Figura 4. Respuesta ante disturbios en el flujo



Figura 5. Planta Amatrol

Las tres perturbaciones individuales que se aplicaron a la planta fueron las válvulas manuales, teniendo en cuenta la trayectoria de las tuberías del sistema:

Perturbación 1:



Figura 6. Primer disturbio

Perturbación 2.



Figura 7. Segundo disturbio

Perturbación 3:



Figura 8. Tercer disturbio

Las figuras 3 y 4 en la "Guía de control AMATROL con Unitronics" presentan la respuesta de la planta ante disturbios en el nivel y el flujo, respectivamente. A continuación, se describen y analizan estas figuras con valores específicos de las gráficas:

De la figura 3:

1. **Primer disturbio:** Se aprecia un descenso en el nivel, bajando hasta 36 unidades, pero la planta se ajusta y recupera el nivel original.
2. **Segundo disturbio:** Genera un incremento momentáneo, alcanzando hasta 38 unidades. La planta ajusta la salida, estabilizándose en unos 37 unidades.
3. **Tercer disturbio:** Este disturbio vuelve a hacer oscilar el nivel ligeramente, pero se observa una rápida estabilización nuevamente en torno a 37.

De la figura 4:

1. **Primer disturbio:** Inicialmente, el flujo se eleva considerablemente hasta 84 unidades y luego desciende de manera gradual, estabilizándose en torno a 60-70 unidades.
2. **Segundo disturbio:** Genera un pico más moderado comparado con el primero, alcanzando aproximadamente 88 unidades antes de volver a estabilizarse.
3. **Tercer disturbio:** Produce una elevación y fluctuación en el flujo que tarda más tiempo en normalizarse, estabilizándose alrededor de 55-65 unidades.

Explicación:

- En la Figura 3. Respuesta ante disturbios en el nivel vemos que la afectación de los 3 disturbios no generan en ningún caso una subida de nivel considerable, se ve que es máximo de 1% en todos los casos, unos por encima y otro por debajo.
Detallando un poco más vemos que la perturbación número 1 es la que causa mayor oscilamiento en la respuesta del nivel haciendo que suba y baje alrededor de 37-36%, mientras que la perturbación 2 y 3 generan un cambio pero no cíclico
- En la Figura 4. Respuesta ante disturbios en el flujo vemos que en este caso si hay mayor pronunciamiento de afectación en la variable de flujo, habiendo oscilaciones desde el 25% hasta un 80%, aunque se resalta que el comportamiento cuando está realizando el control se

comporta de forma similar, así que estas perturbaciones si afectan pero rápidamente el control reacciona y permite recuperar el control.

En ambos casos se puede concluir que para tanto el nivel y el flujo estos disturbios son no críticos, ya que no representan gran amenaza ni tampoco generan un gran cambio sobre el set point ingresado a la planta AMATROL. La planta demuestra una buena capacidad de estabilización ante perturbaciones en el nivel, recuperándose rápidamente después de cada disturbio.

Algo importante a tener en cuenta es que el flujo, es más susceptible a variaciones y presenta mayor ruido, lo cual podría indicar la necesidad de un ajuste fino en el control de flujo para mejorar su respuesta.